



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Lehre von der Beleuchtung und Schattierung

Delabar, Gangolf

Freiburg im Breisgau [u.a.], 1893

Praktischer Teil.

[urn:nbn:de:hbz:466:1-78623](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-78623)

Praktischer Teil.

I.

Über das Anlegen und Verwaschen.

(Fig. 61—76, Blatt 17—21.)

161. Nachdem wir im vorhergehenden gezeigt haben, wie sowohl die Beleuchtung als die Schattierung der Körper je nach der Gestalt und Lage ihrer Oberflächen zum direkt einfallenden oder indirekt reflektierten Sonnenlicht stufenmäßig zu- und abnimmt, soll nun die Aufgabe der Beleuchtung und Schattierung praktisch behandelt und gezeigt werden, wie die derselben zukommenden Licht- und Schattentöne mittelst Tusch und Farbe wirklich erhalten werden.

1,0	0,9,	0,8	0,7	0,6,	0,5,	0,4	0,3	0,2	0,1,	0,0
-----	------	-----	-----	------	------	-----	-----	-----	------	-----

und deren Neigungswinkel durch die Zahlen:

0°	25° 50'	36° 52'	45° 25'	53° 52'	60°	66° 35'	72° 28'	78° 45'	84° 45'	90°
----	---------	---------	---------	---------	-----	---------	---------	---------	---------	-----

ausgedrückt sind.

Um alsdann die Rechtecke, die wir entsprechend mit:

1,	2,	3,	4,	5,	6,	7,	8,	9,	10,	11
----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	----

bezeichnet haben, mit flüssiger Tusche, Sepia, Neutraltinte oder einer andern Farbe so anzulegen, daß sie in ihrer ganzen Ausdehnung die angegebene Beleuchtungsintensität erhalten, überfahre man zuerst alle Rechtecke (1 bis incl. 11) mit einem Tusch- oder Farbenton,

162. Dabei gehen wir von der aus 11 Stufen bestehenden Skale aus, wie wir sie — unter Voraussetzung gleicher Licht- oder Helledifferenzen — schon früher (§ 24 und 25, sowie § 51) kennen gelernt haben.

Wir zeichnen hierzu in Fig. 61, Blatt 17, vor allem elf gleichgroße Rechtecke als Projektionen von ebenso vielen ebenen Flächen, deren Beleuchtungsintensität der Ordnung nach durch die Ziffernwerte:

welcher dem hellsten Licht, d. h. der Beleuchtungsintensität 1 entspricht, und wiederhole dies Verfahren noch zehnmal nacheinander, wobei das erstemal das Rechteck 1, dann 1 und 2, hierauf 1, 2 und 3 und so fort alle bis auf 11 ausgelassen und die übrigen mit dem gleichen

oder mit einem entsprechend etwas verstärkten Ton angelegt werden. Diese erste Überarbeitung ist dann noch ein zweites und drittes Mal zu wiederholen, bis die verlangte Abstufung der einzelnen Töne erhalten ist.

Man kann übrigens auch die Tusch- oder Farbtöne so verstärken, daß man die verlangten Helligkeitsgrade der Flächen schon nach der ersten oder doch wenigstens nach der zweiten Überarbeitung derselben erhält. Es ist dem Anfänger jedoch anzuraten, sich anfangs an die erstere, sicherere, wenn auch langsamere Methode zu halten und sich der andern, schnellern, aber weniger sichern Methode erst zuzuwenden, wenn er einmal im Anlegen mehr Übung erlangt haben wird. Die im vorigen bezeichnete Aufgabe betreffs des Anlegens der Figuren bildet in der praktischen Schattenlehre die erste und wichtigste Übung, welche der Schüler sich anzueignen hat. Es dürfte daher am Platze sein, die Regeln und Vorteile, die hierbei zu beobachten sind, wenn dieselbe gelingen, d. h. wenn die anzulegende Fläche in ihrer ganzen Ausdehnung denselben gleichmäßigen und gleichstarken Tusch- oder Farbtönen erhalten soll, hier vor allem näher zu erörtern.

a) Über das Anlegen der Flächenfiguren.

(Fig. 62—63, Blatt 17.)

163. Zum Anlegen, Tuschen und Kolorieren der Flächenfiguren erfordert es vor allem gutes Papier, dann aber auch gute Tusche, gute Farben und gute

Pinself, worüber schon im ersten Hefte (§ 7, 18, 19 und 20) das Nötige angegeben worden ist, hinsichtlich des Tuschens und Kolorierens hier jedoch noch folgendes bemerkt werden mag.

164. Die Tusche muß, wenn sie gut sein soll, sich sowohl beim Anreiben in der Schale als auf dem Ballen der linken Hand sanft anfühlen lassen. Denn das Gegenteil zeugt immer von einer Beimengung fremdartiger Teile, die zur Vermehrung der Tuschmasse beigemischt worden sind, diese aber mehr oder weniger verschlechtern. Gute Tusche soll ferner nicht zu weich sein, sie soll nach Moschus riechen und nicht nach Kampher, wie die minder gute, oder nach Ruß oder Leim, wie die geringe und schlechte Tusche.

Endlich soll gute Tusche schön schwarz und glänzend sein und nicht bläulich und matt aussehen. Die gute angeriebene flüssige Tusche soll zudem „stehen bleiben“, d. h. die mit ihr gezogenen Linien sollen, wenn sie hinlänglich getrocknet, bei leichtem Überfahren mit einem in Wasser oder in einer mit Wasser verdünnten Tusch- oder Farbenlösung benetzten Pinsel sich nicht auflösen, was bei schlechter Tusche jedoch der Fall ist. Um sich von dieser Eigenschaft des „Stehenbleibens“ der Tusche zu versichern, ist es daher dem Schüler anzuraten, darüber vor allem eine Probe anzustellen, darin bestehend, daß er eine fertig mit Tusch ausgezogene Linearzeichnung mit einem feinen weichen, in reinem Wasser gut ausgewaschenen und entsprechend angefeuchten Schwamm leicht

überfährt und, falls die Tuschklinien „nicht stehen bleiben“, sondern sich auflösen, diese möglichst schonend, aber rein auswäscht.

Zum Tuschen soll man darum immer eine gute chinesische oder japanische Tusche wählen, die beim Darüberfahren mit dem nassen Pinsel „stehen bleibt“ und sich nicht auflöst.

165. Das Anmachen oder Anreiben der Tusche zum Tuschen der Zeichnungen geschieht in einer Schale von Porzellan oder Glas, die inwendig eine schöne glatte Oberfläche hat und frei von Rissen sein soll, indem man in dieselbe einige Tropfen (6, 8 bis 10 Tropfen) reines Wasser nimmt, sie mit der linken Hand auf dem Zeichnungstisch festhält und mit der rechten Hand darin die Tuschstange unter fortwährendem Andrücken umrührt; oder auch auf dem Ballen der linken Hand, indem man denselben mit reinem Wasser anfeuchtet, mit der rechten Hand die Tuschstange abreibt und die abgeriebene flüssige Tusche mit dem feuchten Pinsel vom Ballen der Hand in eine reine Schale überträgt.

Nach dem Anreiben der Tusche vergesse man aber ja nie, das Tuschstück am nassen Ende mit einem sauberen (leinenen) Lappen gehörig abzutrocknen, weil sonst dasselbe sich auflöst, Risse bekommt und infolge dessen beim Wiederanreiben kleine Bröckchen oder Körnchen abgiebt, wodurch die Tusche zum sauberen, schönen Anlegen unbrauchbar wird.

Delabar, Linearzeichnen. 5.

Zuweilen bedient man sich statt der Tusche der Sepia, welche aus der Galle des Tintenfisches verfertigt wird und von Natur aus einen schönen bräunlichen Ton hat. Vermischt man die Sepia mit Bister, der aus dem besten Glanzruß der Ofen und Kamine bereitet wird, so erhält man eine noch intensivere schwarzbraune Farbe, womit die Zeichnungen ausgeführt und schattiert werden können.

166. Die Farben, die beim technischen Zeichnen gebraucht werden, sind sog. Wasserfarben, die fest in Tafelform, oder auch flüssig oder teigförmig in Glasfläschchen (Flacons) oder Zinnkapselchen (Tuben) im Handel vorkommen. Außer Weiß und Schwarz giebt es drei Haupt- oder Grundfarben, nämlich: Gelb, Rot und Blau, die annähernd durch die bekannten Pigmente oder Farbstoffe: Summigt, Karmin und Berliner- oder Pariserblau erhalten werden, indem man diese mittels des feuchten Pinsels abreibt, resp. abhebt, und in einer reinen Schale mit einer entsprechenden Menge reinen Wassers auflöst.

167. Durch geeignete Mischung dieser Farben lassen sich die meisten übrigen Farbentöne herstellen. So entsteht Orange aus Gelb und Rot, Grün aus Gelb und Blau, und Violett aus Rot und Blau. Die aus den primären oder Grundfarben durch Mischung erhaltenen Farben heißt man deshalb sekundäre oder Nebenfarben oder auch, da jede derselben mit der zugehörigen dritten primären Farbe wenn

auch kein reines Weiß, so doch ein neutrales Grau zusammensetzt, komplementäre oder Ergänzungsfarben. Orange ist somit komplementär zu Blau, Grün zu Rot, und Violett zu Gelb.

Da die komplementären Farben ein gut zusammenstimmendes, harmonisches Kolorit abgeben, so werden sie wohl auch harmonische Farben genannt. Solche komplementäre Farben haben die schätzenswerte Eigenschaft, daß sie sich gegenseitig verstärken und verschönern, d. h. an Glanz und Lebhaftigkeit gewinnen, wenn sie sich berühren. Disharmonische Farben sind dagegen solche, die zusammengemischt weder ein reines Weiß noch ein neutrales Grau geben, sondern Mißfarben liefern, die einen Stich ins Gelbe, Rote oder Blaue zeigen. Solche Farben, wie z. B. Grün und Gelb, oder Grün und Blau u., trüben und verschlechtern sich, d. h. sie verlieren an Glanz und Lebhaftigkeit, wenn sie sich berühren.

168. Werden je zwei der sekundären oder Nebensfarben in gleicher Stärke weiter zusammengemischt, so entstehen wiederum drei neue Farbentöne, die man deshalb auch tertiäre, braune oder gebrochene Farben nennen kann. So entsteht Rotbraun aus Orange und Violett, Gelbbraun aus Orange und Grün und Dunkelbraun (Blaubraun) aus Violett und Grün. Die rotbraune Farbe findet sich in der Natur ziemlich genau beim Kasanienbraun,

die gelbbraune beim Zimmetbraun und das Dunkelbraun beim Olivenbraun vertreten.

169. Es ist klar, daß man durch weitere Mischung noch unzählige andere Farbentöne erzeugen kann, was hier jedoch nicht weiter verfolgt werden soll. Dagegen mag hier noch bemerkt werden, daß man beim technischen Zeichnen außer den drei genannten Farbstoffen: Gummigutt, Karmin und Berlinerblau, auch noch Chromgelb, gebrannte Terra di Siena, Eisenrot, Ziegel- oder Backsteinrot, Indigo und Neutraltinte u. gebraucht und wie jene mit dem feuchten Pinsel annimmt, in reinem Wasser gehörig verdünnt und damit die Zeichnungen der verschiedenen technischen Gegenstände koloriert.

170. In dieser Beziehung dürften noch folgende Angaben am Platze sein:

Für Gußeisen nimmt man eine Lösung von Neutraltinte mit etwas Tusche, oder eine Mischung aus Indigo, Karmin und Gummigutt;

für Schmiedeseisen Berlinerblau mit etwas Karmin und Gummigutt;

für Stahl Neutraltinte mit etwas Karmin oder eine Mischung aus Berlinerblau mit Karmin;

für Messing und Komposition Gummigutt mit etwas Karmin;

für Kupfer eine Mischung aus Karmin mit Terra di Siena;

für Querholz Terra di Siena mit etwas Karmin zu Durchschneiden;

für Langholz Terra di Siena mit Gummigutt;

für Holzschatten und Jahresringe und Fajern Terra di Siena mit Sepia;

für Quadersteine Karmin;

für Ziegel, Backsteine und gebrannte Steine überhaupt Eisenrot, Ziegel- und Backsteinrot, oder eine Mischung aus Karmin, Terra di Siena und Gummigutt;

für Bruchsteine Mischungen von Gummigutt, Karmin und Indigo, in denen, je nach der natürlichen Beschaffenheit der Bruchsteine, das Gelb, Rot oder Blau etwas dominiert;

für Leder eine Mischung von Gummigutt und Terra di Siena und eine Spur Blau;

für Hautschul Gummigutt mit Sepia und eine Spur Blau;

für Erde Sepia oder eine Mischung von Sepia mit Terra di Siena.

für Ackerfeld Terra di Siena mit etwas Sepia und Gummigutt;

für Wald Indigo mit Gummigutt;

für Laubholzbäume dieselben Farben mit vorherrschendem Gummigutt, für Nadelholzbäume dieselben Farben mit vorherrschendem Indigo;

für Gärten Neutralkinte mit etwas Gummigutt;

für Reben Violett oder eine Mischung aus Karmin und Berlinerblau;

für Wiesen Gummigutt und Berlinerblau, und zwar die trockenen Wiesen etwas heller und die nassen etwas dunkler; und endlich

für Wasser Berlinerblau und eine Spur Gummigutt;

für Ansichten werden die angegebenen Farbtöne immer entsprechend schwächer, für Durchschnitte hingegen stärker angelegt. Bei Figuren auf Maschinenzeichnungen, die viel Blau enthalten, werden Gupfeisendurchschnitte auch mit Eisenrot koloriert*).

171. Nachdem auf die angegebene Weise die Tusche und Farben gehörig angerieben, die Pinsel gereinigt und die verschiedenen Tusch- und Farbtöne zugerichtet sind, nehme man mit dem Tusch- oder Farbenpinsel vom entsprechenden Tusch- oder Farbenton nicht zu viel, aber auch nicht zu wenig und fange an der linken oberen Seite an, die Flächenfigur damit anzulegen, indem man den Pinsel dicht von der Begrenzungslinie derselben an von oben nach unten oder von links nach rechts hin- und herfährt und dabei die flüssige Tusche an das Papier in nicht zu langen und auch nicht zu breiten oder zu schmalen Streifen abgiebt.

Daß hierbei die Grenzen der Figur genau eingehalten werden müssen, und daß man mit dem Pinsel nicht über die Umfassungslinien hinausfahren darf, versteht sich von selbst.

*) Siehe den Anhang zum vorliegenden Heft: „Das Wichtigste über die Farbenlehre“.

Falls dies aber gleichwohl unabsichtlich geschieht, so ist es das Beste, die überfließende Tusche schnellstens mit dem saubern Finger wieder hereinzustreichen und ja nicht, wie dies Anfänger gerne thun, dieselbe mit dem nassen Wasserpinsel wegzuwaschen. Denn in diesem Fall fließt die Tusche immer nach, und wird der Fleck nur noch größer.

172. Beim Anlegen muß man, um Flecken zu vermeiden, namentlich auch darauf achten, daß man nie so lange wartet, bis keine Tusche mehr im Pinsel ist, sondern daß man diesen, wie er trocken zu werden beginnt, sogleich wieder von neuem anfüllt, denselben aber, damit er nie zu stark angefüllt sei, am Rand der Schale, oder auch an einem in Bereitschaft gehaltenen mehrfach zusammengelegten Fließpapier entsprechend abstreicht. Dabei hat man sich überdies vorzusehen, daß der Pinsel nicht zu voll sei, wenn man gegen das Ende der Figur kömmt, weil sonst die flüssige Tusche oder Farbe leicht über die Grenzlinien hinausfließt und daselbst Flecken bildet. Ueberhaupt ist es zu empfehlen, die Fläche nicht zu naß anzulegen, weil sich sonst die überflüssige Tusche nach den Grenzlinien zieht und dort häßliche Wasserränder erzeugt, und weil zudem die Papierfläche uneben, wolkig wird, wodurch sich die Tusche oder Farbe in den entstehenden tiefen Stellen ansammelt und dann daselbst ebenfalls dunkle Flecken verursacht.

173. Hat man größere Flächen anzulegen, so berechne man zum voraus, wieviel flüssige Tusche oder Farbe man zum Anlegen nötig habe, und bereite, um

sicher zu sein, lieber immer etwas mehr davon. Denn würde man mit der zubereiteten Tusche oder Farbmengung nicht ausreichen, und müßte man inzwischen einen frischen Tusche- oder Farbenton bereiten, so wären Flecken fast unvermeidlich, abgesehen davon, daß man denselben Ton schwerlich wieder ganz gleich erhielt.

174. Daß man mit alter, eingetrockneter und mit Wasser wieder aufgelöster Tusche niemals, sondern immer nur mit frisch angeriebener Tusche schön tuschen könne, ist wohl zu merken. Man darf sich daher ja nicht verleiten lassen, alte, schon eingetrocknete und wieder mit Wasser aufgelöste Tusche zu gebrauchen, sondern man muß sich zur Regel machen, die Tuschtöne immer aus frisch angeriebener Tusche zu bereiten. Daselbe gilt auch für die Farbentöne.

175. Ebenso ist dem Anfänger zu empfehlen, daß er zum Probieren der Tuschtöne immer ein sauberes Stück Zeichnungspapier (womöglich von derselben Sorte des Papiers der zu fertigenden Zeichnung) zur Hand habe, und daß er zudem beim Tuschen die Hände nie unmittelbar auf die Zeichnung lege, sondern diese mit einem andern, ganz saubern, glatten Papier belege und dadurch vor dem Verunreinigen schütze.

176. Sind mehrere Flächen einer Figur oder einer Zeichnung in verschiedener Stärke anzulegen, so verfähre man, wie bereits oben (§ 162) angegeben worden ist. Dabei bleibt nur noch zu bemerken übrig, daß man nach

jedem Anlegen bis zum nächsten Anlegen so lange warten muß, bis die angelegte Fläche getrocknet oder doch eben und glatt geworden ist, weil nichts so sehr dem schönen, gleichmäßigen Anlegen einer Fläche schadet, als wenn man auf eine bereits angelegte, noch feuchte Stelle zu frühe den nassen Pinsel bringt.

177. Aus dem zuletzt angegebenen Grunde kann darum auch nicht genug davor gewarnt werden, etwa vorhandene Flecken mit dem nassen Pinsel wegwischen oder wegwaschen zu wollen. Besser und leichter geht dies, wenn man die betreffenden gefleckten Stellen mit einem feinen und weichen, gut ausgewaschenen Schwamm sachte mehrmals überfährt und zuletzt die ganze Fläche leicht auswäscht.

178. Nachdem wir im vorigen die beim Anlegen zu beobachtenden wichtigsten Regeln und Vorteile kennen gelernt, sollen nun sogleich einige Beispiele über das Anlegen der ebenen Flächenfiguren folgen.

Der Schüler kann sich hierzu verschiedene Figuren, wie z. B. Fig. 62 und 63, Blatt 17, zusammensetzen und dieselben alsdann nach den vorausgehenden Regeln anlegen. In Fig. 62 sind fünf Quadrate oder Rechtecke regelmäßig auf- oder ineinander gelegt und nach der Skale oder dem Maßstab der Fig. 61 in der Stärke der Beleuchtungsintensitäten von 0,9, 0,7, 0,5, 0,3, 0,1 mit Tusche angelegt, während die einzelnen quadratischen oder rechteckigen Felder der Fig. 63 nur in zweierlei Tönen, nämlich in der Stärke der Intensität 1 und 0 angelegt worden sind. Diese letzte Figur bietet zugleich ein Bei-

spiel der Methode Theysier dar, die sich ganz vorzüglich dazu eignet, geradlinige oder auch im Kreis eingeschriebene Figurenmuster zu allerhand technischen und industriellen Anwendungen zu erfinden, und daher wohl verdient, näher bekannt zu werden*).

179. Diese Methode besteht darin, daß man ähnlich wie in der Musik von einem beliebigen Liniensystem mit vorgelegtem Schlüssel ausgeht und in die Zwischenräume Ziffern statt der Noten setzt, die alsdann die Maße (Länge und Breite) der einzelnen Felder, woraus das Muster zusammengesetzt ist, bestimmen. Ein solches beliebig angenommenes Liniensystem mit dem vorgelegten Schlüssel, den Numerierungszahlen und den eingeschriebenen Maßziffern nennt man dann auch nur die Skale oder den Maßstab des zu suchenden Musters.

Die Skale oder der Maßstab des Musters unserer Fig. 63 ist nun folgender:

Skale zur Musterfigur 63, Blatt 17.

Schlüssel	4	1		1		1		1
	3	1		2	2		2	2
	2		1	1		1	1	
	1			2			4	
								M

*) Siehe die deutsche Ausgabe des „Industriellen Musterzeichners“ von Professor Theysier zu Paris. Leipzig, Arnoldsche Buchhandlung, 1858.

Es sind dabei, wie man sieht, 5 Linien mit 4 Zwischenräumen, und die Maßziffern, in ziemlich einfacher Zusammenstellung gewählt, wiederholen sich von der Mitte (M), der Ziffer 4 an, in umgekehrter Ordnung, wie sie in der ersten Hälfte aufeinander folgen. Damit ist nun alles vorbereitet, um das Muster selbst zu zeichnen. Man zähle die Maßziffern von Anfang bis zur Mitte (M) zusammen — wobei man von der mittlern (4) jedoch nur die Hälfte (also 2) nimmt — und nehme deren Summe zweimal. In ebenso viele gleiche Teile (Längeneinheiten) werden alsdann die Seiten ab und ac des Quadrats $abcd$ der Fig. 63 eingeteilt, welches dem Muster zu Grunde gelegt ist. Und endlich werden durch diejenigen Teilpunkte, die der Länge der aufeinander folgenden Maßziffern entsprechen, Parallelen mit den Quadratseiten ac und ab gezogen. Weiter beachte man nun die Lage der Maßziffern in Bezug auf die Zwischenräume, nämlich die erste (1) in dem vierten Zwischenraum, die zweite (1) in dem dritten Zwischenraum, die dritte (1) in dem zweiten Zwischenraum, die vierte (2) in dem ersten Zwischenraum und so fort bis zu der Ziffer 4, welche die Mitte bildet. Die Ziffern 1, 2, 1, . . . nach 4 (M) haben alsdann dieselbe Lage, d. h. sie liegen in demselben Zwischenraum wie die gleichvielten Ziffern 1, 2, 1, . . . vor der mittlern Ziffer 4. Indem man nun die dem Zwischenraum oder der Stufe des Schlüssels entsprechende Ziffer zu den den Maßziffern entsprechenden Längenmaßen der Quadratseiten ab und ac setzt und in jeder einzelnen horizontalen

Schicht diejenigen Felder schattiert, die oben mit den gleichen Ziffern bezeichnet sind, wie die betreffende Schicht links selbst, so ist das Muster beendet. — Auf dieselbe Weise lassen sich der Form und Größe nach die mannigfaltigsten Muster bilden. Man hat nur entsprechend den Schlüssel oder die Anzahl der Stufen, sowie die Maßziffern der Skale zu ändern.

Will man das Muster in rechteckiger Form erhalten, so bleibt das Verfahren dasselbe, indem die Seiten des Rechtecks wieder in gleich viele und zwar in so viele gleiche Teile zu teilen sind, als die Summe der Maßziffern Längeneinheiten beträgt. Nur werden die Teile der Seiten des Rechtecks jetzt ungleich, sonst aber bleibt alles dasselbe wie beim Quadrat.

Ebenso kann das Muster auch in eine Raute oder in ein Rhomboid und selbst in einen Kreis oder in eine Ellipse zc. eingezeichnet werden.

180. Ist die Grundfigur z. B. ein Kreis, so kann dem Muster jede beliebige Teilung des Kreises zu Grunde gelegt werden. Hält man sich an die Sechsteilung, so trage man den Radius auf der Peripherie des Kreises sechsmal ab und teile den Bogen der Sechseite in ebenso viele Teile, als die Summe der Maßziffern der zugehörigen Skale Längeneinheiten angiebt, und ziehe durch diejenigen Teilpunkte, welche der Länge der aufeinander folgenden Maßziffern entsprechen, Radien. Da diese gegen den Mittelpunkt zu stark konvergieren, die zwischenliegenden Sektoren daher sehr eng werden, so

wird aus dem Centrum ein kleiner Kreis als Kern oder Nuge abge schnitten und, der übrigen Figur angemessen, frei ausgeziert. Der übrige größere Teil des Radius wird hierauf in dieselbe Anzahl gleicher Teile wie die Sechsstelbogen geteilt und durch diejenigen Punkte, die der Länge der aufeinander folgenden Maßziffern entsprechen, konzentrische Kreise gezogen und die einzelnen Felder der dadurch gebildeten Ringschichten auf die gleiche Weise wie bei den vorigen Figuren schattiert.

181. Hier sind nun auch die Kolorierübungen einzuschreiben, die wir auf Blatt 33 und 34 aufgenommen und im Anhang noch besonders erklärt haben. Auf Blatt 33 sind zunächst die physikalischen Farben, und zwar die primären oder Hauptfarben, die sekundären oder Nebenfarben, die komplementären oder Ergänzungsfarben und die tertiären, braunen oder gebrochenen Farben dargestellt, und auf Blatt 34 finden sich dann auch die technischen Farben angegeben, wie sie für die beim Maschinenzeichnen, Bauzeichnen und Planzeichnen vorkommenden Gegenstände vorzugsweise angewendet werden.

b) über das Verwaschen der Flächenfiguren.
(Fig. 64—76, Blatt 17—21.)

182. Will man eine Fläche nicht an allen Orten gleich stark anlegen, soll sie vielmehr von einer Seite nach der andern stetig dunkler oder heller werden, und

zwar so, daß der Übergang vom Dunklen zum Hellern so allmählich und so unmerklich stattfindet, daß man den Ort durchaus nicht wahrnehmen kann, wo der dunklere Ton aufhört und der hellere anfängt, so geschieht dies durch das Verwaschen.

183. Dazu bedient man sich zweier durch einen Stab miteinander verbundener Pinsel, von welchen der eine (kleinere) zur Tusche und der andere (größere) zum Wasser bestimmt ist. Der Tuschepinsel muß immer hinlänglich angefüllt sein, der Wasserpinsel hingegen soll immer nur wenig (reines) Wasser enthalten. Beim Verwaschen wird dann am besten mit der dunkelsten Stelle begonnen, indem man dieselbe mit dem Tuschepinsel zuerst mit einem schwachen und nach und nach mit einem stärkern Tushton überfährt und dann die Fläche mit dem Wasserpinsel gegen die hellste Stelle hin auswäscht.

184. Da man durch einmaliges Verwaschen ebenfalls nicht ausreicht, so muß man dasselbe Verfahren noch ein-, zwei- oder mehreremal, d. h. so oft wiederholen, bis die Fläche gehörig verwaschen ist.

Ist die Fläche von einiger Ausdehnung, so thut man immer gut, mehrere Tuschtöne von verschiedener Stärke, die vom Dunklern zum Hellern ineinander übergehen, zu gebrauchen, im übrigen aber auf gleiche Weise zu verfahren, wie vorhin (§ 183) angegeben worden ist.

Bei dem Verwaschen der Flächenfiguren, das die zweite Hauptübung des Tuschens bildet,

merke sich der Anfänger aber noch ganz besonders folgende Regeln.

185. Die flüssige Tusche trage man nicht zu naß, aber auch nicht zu trocken auf. Ebenso beachte man wohl, daß die aufeinander folgenden Tuschtöne niemals zu sehr voneinander differieren, sondern, wie gesagt, schön und unmerklich ineinander übergehen.

186. Den Wasserpinsel halte man immer im richtigen Verhältnis mit der angelegten Tusche angefeuchtet, und fülle ihn ja nie zu stark mit Wasser, weil sonst die aufgetragene, noch flüssige Tusche unregelmäßig und zu schnell in den mit Wasser angefeuchteten Flächenteil fließt und dadurch leicht Flecken verursacht.

187. Ist eine Fläche zu lang, als daß man sie in einem Zug gut anlegen oder verwaschen könnte, so muß beides absatzweise der Länge nach geschehen, aber so, daß die Ansatzstellen gut und unmerklich ineinander übergehen.

188. Eine Fläche kann auch dadurch schön und leicht verwaschen werden, daß man sie mehreremal mit einem schwachen Tushton anlegt, und zwar so, daß man zuerst die Stelle, wo sie am dunkelsten sein soll, und hierauf, wenn sie trocken geworden ist, nach und nach immer etwas breiter anlegt und auf diese Weise so lange fortfährt, bis die ganze Fläche gehörig schattiert ist. Die erstere Methode (§ 183) führt natürlich schneller zum Ziele, verlangt aber größere Übung und Gewandtheit als letztere (§ 188).

189. Endlich nehme man sich ganz besonders davor in acht, daß man mit dem Pinsel niemals auf solche Stellen nochmals kommt, auf welchen man bereits war, bevor sie ganz trocken sind. Denn sonst sind Flecken unvermeidlich, namentlich wenn man mit dem Wasserpinsel eine noch nicht getrocknete schattierte Stelle auf diese Weise überfährt.

190. Haben sich aber beim Verwaschen einer Fläche Flecken oder Streifen gebildet, so ist es auch hier das Einfachste und Beste, dieselben mit einem feinen, weichen, angefeuchteten Schwämmchen sorgfältig auszuwaschen, und hierauf, nachdem die ausgewaschene Fläche getrocknet, das Verwaschen mit den Tuschtönen wieder aufs Neue zu beginnen.

191. Das schöne und richtige Verwaschen der Flächen setzt übrigens nicht nur viele praktische Übung, sondern auch die genaue Kenntnis der Beleuchtungsgesetze voraus, wie wir sie im ersten, theoretischen Teile entwickelt und kennen gelernt haben.

Bei ebenen Flächen hat man vor allem den Neigungswinkel und damit die entsprechende Beleuchtungsintensität derselben zu bestimmen. Die im Schatten befindlichen ebenen Flächen sind dann von der Trennungslinie an zwischen Schatten und Licht so zu verwaschen, daß sie an dieser Linie am stärksten und von derselben an rückwärts stetig schwächer getuscht werden, während die Lichtflächen umgekehrt an jener Linie am hellsten und

von derselben an gegen die entgegengesetzte Seite stetig etwas dunkler zu halten sind.

192. Zur Übung im Verwaschen solcher ebenen Flächen dient jede beliebige, zur Bildfläche geneigte ebene Fläche. Wir haben dazu in Fig. 64, Blatt 17, eine achteckige Sternfigur ausgewählt. Dabei werden die Schattenflächen, wie acb , von a gegen b und die Lichtflächen, wie acd , von d gegen a verwaschen. Da die Projektion der Lichtstrahlung gerade mit ec zusammenfällt, sind beide Flächen, ecd und ecf , im Licht und sind, wie angegeben, von d und f gegen ec hin zu verwaschen.

193. Bei krummen Flächen hingegen hat man zuerst die zugehörigen Isophoten zu bestimmen, und alsdann, den Beleuchtungsintensitäten derselben entsprechend, die von ihnen eingeschlossenen Flächenanteile zu schattieren, indem man, wie bereits früher (§ 28 und 32) angedeutet worden ist, dieselben nacheinander — von der hellsten bis zur dunkelsten Isophote an gezählt — mit einem entsprechenden Ton einmal, zweimal, dreimal bis elfmal überarbeitet, und mit einem entsprechend verstärkten Ton je noch ein-, zwei- oder mehrmal das Verwaschen oder Tuschieren wiederholt.

194. Die am meisten vorkommenden krummen Flächen sind Cylinderflächen, Kegelflächen und Kugelflächen. Der Anfänger hat sich daher vor allem im Tuschen dieser dreierlei Arten von krummen Flächen zu üben, wie wir sie in verschiedenen Lagen auf Blatt

18—21 getuschelt und schon früher auf Blatt 3—6 mit den Isophoten und auf Blatt 9—10 mit den Isophengen dargestellt haben, und zwar die Kreiscylinderfläche in Fig. 65—69, Blatt 18 und 19, die Kreiskegelfläche in Fig. 71 und 72, Blatt 20, und die Kugelfläche in Fig. 74 und 75, Blatt 21, nach der wahren oder einfach geometrischen Beleuchtungsmethode, dagegen die Cylinderfläche in Fig. 70, Blatt 18, die Kegelfläche in Fig. 73, Blatt 20, und die Kugelfläche in Fig. 76, Blatt 21, nach der scheinbaren oder zusammengesetzten geometrischen Beleuchtungsmethode. Wie man aus der Vergleichung der Figuren 65 und 70, 71 und 73 und 74 und 76 ersieht, tritt, wie bereits früher bemerkt worden ist, das Licht bei der scheinbaren Beleuchtung in allen drei Fällen mehr vor und der Schatten mehr zurück, und erscheinen die nach der scheinbaren Beleuchtungsmethode getuschten Flächen etwas natürlicher, d. h. der wirklich beobachteten Beleuchtung mehr genähert als die andern nach der wahren Beleuchtungsmethode getuschten Flächen.

Weil jedoch die nach der scheinbaren Beleuchtungsmethode getuschten Figuren bezüglich der Konstruktion der Isophoten umständlicher und zum Teil auch schwieriger auszuführen sind, als die nach der wahren Beleuchtungsmethode getuschten Figuren, so haben wir uns im folgenden mehr nur an die letztere Beleuchtungsmethode gehalten.

Bezüglich der Fig. 75, welche die getuschelte hohle Halbkugel darstellt, mag nur noch bemerkt werden,

daß die Projektionen derselben, wie man aus der Vergleichung mit Fig. 74 sieht, denen der soliden erhabenen Kugel gerade entgegengesetzt sind.

In dem folgenden Abschnitt sollen nun zur Übung zunächst eine Reihe von Elementaraufgaben nach der

gewöhnlichen orthogonalen, sodann eben solche nach der polaren und parallelperspektivischen Darstellung und zuletzt einige schwierigere Beispiele über praktische Anwendungen behandelt werden.

II.

Übungsbeispiele und praktische Anwendungen über das Tuschen.

(Fig. 77—105, Blatt 22—32.)

a) Elementaraufgaben verschiedener Beleuchtungs- und Schattenkonstruktionen in rechtwinkliger Darstellung.

(Fig. 77—84, Blatt 22—24.)

195. Aufgabe. Es sind die Projektionen eines regulären fünfseitigen Prismas, das auf der Horizontalebene senkrecht aufsteht, sowie die Projektionen der Licht- richtung gegeben, man soll den Schlagshatten desselben auf die beiden Projektionsebenen bestimmen und denselben, wie die Licht- und Schattenflächen des Prismas selbst nach den vorhergehenden Erklärungen richtig schattieren (Fig. 77, Blatt 22).

Auflösung. Die Beleuchtungsintensitäten der einzelnen Flächen bestimmt man, wie in § 127, Fig. 50 erklärt worden ist. Die gefundenen Intensitäten sind in den betreffenden Flächen selbst, ähnlich wie die Sophoten bei krummen Flächen mit entsprechenden Ziffern eingeschrieben. Und damit und mit Berücksichtigung des

Beleuchtungsmaßstabes (Fig. 61, Blatt 17) ist man leicht im stande, sowohl die Licht- als die Schattenflächen des gegebenen Prismas gehörig zu tuschen. Beim Tuschen selbst hat man nur die früher angegebenen Regeln über das Anlegen und Verwaschen gehörig anzuwenden. Die Schattenfläche $a'b'c'e'_1$ ist daher von $a'b'$ gegen $e'e'_1$ hin zu verwaschen, die Lichtfläche $e'f'g'h'$ dagegen von $e'f'$ gegen $g'h'$ hin, während die beiden Flächen $a'b'h'g'$ und $bodeh$ gleichmäßig anzulegen sind.

Den Schlagshatten zu finden, muß man vorher die Grenzsophote O oder die Trennungslinie von Schatten und Licht ($AbcdeF, a'b'o'd'e'f'$) auffuchen, durch die Punkte $(b, b'), (c, c'), (d, d'), \dots$ derselben mit der Lichtrichtung (l, l') Parallelen $(bb_1, b'B'), (cc_1, c'C'), (dd_1, d'D'), \dots$ ziehen und deren Spuren $B', C', D' \dots$ bestimmen und gehörig verbinden, womit die Schlagshattengrenze $Ab_1B'C'D'E'f_1F$ gefunden

ist und der Schlagschatten selbst in gehöriger Stärke ausgeführt werden kann. Derselbe ist, früheren Erklärungen zufolge, vom Umfang $b_1 B' C' D'$ hin etwas zu verwaschen.

196. Aufgabe. Es sind die Projektionen einer regulären sechsseitigen Pyramide, die auf der Horizontalebene senkrecht aufsteht, sowie die Projektionen der Licht- richtung gegeben; man soll den Schlagschatten derselben auf die beiden Projektionsebenen bestimmen und denselben wie die Licht- und Schattenflächen der Pyramide nach den vorhergehenden Erklärungen richtig schattieren (Fig. 78).

Auflösung. Die Beleuchtungsintensitäten der einzelnen Seitenflächen bestimmt man, wie in § 128, Fig. 51, erklärt worden ist. Dieselben sind ebenfalls in den einzelnen Flächen der Figur eingeschrieben. Den Schlagschatten zu bestimmen, ziehe man durch die Spitze (s, s') der Pyramide eine Parallele mit der Licht- richtung (l, l') und suche die Spuren S und S' derselben mit den Projektionsebenen. Ziehe dann von S , der hier außer die Zeichnungsfläche fallenden Horizontalspur, die die Basis einschließenden Geraden $SA (A a_1)$ und $SB (B b_1)$ und verbinde die Punkte, worin diese die Projektionsachse, wie in b_1 , durchschneiden, mit S' , so ist in $A a_1 S' b_1 B$ die Schlagschattengrenze gefunden.

Bezüglich des Tuschierens sind im Grundriß die Schattenflächen AsC, CsD, DsE von der Spitze s an gegen die Grundlinien AC, CD, DB und die

Lichtflächen EsF, EsB, FsA von den Grundlinien EF, EB, FA an gegen die Spitze s zu verwaschen, während im Aufriß die Schattenfläche $a's'c'$ von $a's'$ gegen $c's'$ und die Lichtfläche $e's'f'$ von $e's'$ an gegen $f's'$ und die mittlere Lichtfläche $f's'a'$ von der Spitze s' an gegen die Grundlinie $f'a'$ zu verwaschen und der Schlagschatten vom Umfang $ACDB$ des Körpers an gegen a_1 und b_1 und von da gegen S' anzulegen und ebenfalls etwas zu verwaschen ist.

197. Aufgabe. Es sind die Projektionen eines regulären Dodekaeders, der mit zwei Flächen parallel zur Horizontalebene und beliebig gedreht zur Vertikal- ebene ist, sowie die Projektionen der Licht- richtung gegeben; man soll die Beleuchtungsintensitäten der Ober- flächen wie den Schlagschatten desselben auf die Pro- jektionsebenen bestimmen und diesen wie jene richtig tuschieren (Fig. 79).

Auflösung. Die Beleuchtungsintensitäten der einzelnen Oberflächen, die ebenfalls in letztem ein- geschrieben sind, werden, wie § 129, Fig. 52, ge- zeigt worden ist, gefunden, und den Schlagschatten $KA a_1 B' C' D' E' F' G' H I K$ findet man aus der Schattengrenze ($abedef \dots k, a'b'c'd'e'f' \dots k'$) zwischen Licht und Schatten auf bekannte Weise, indem man durch die Eckpunkte (a, a'), (b, b'), \dots derselben mit der Richtung (l, l') Parallelen zieht und ihre Spuren A, B, C', \dots sucht.

Das Tuschieren sowohl der Licht- und Schattenflächen

als des Schlagschattens ist in der Figur sichtlich gemacht und vom Schüler auf gleiche Weise auszuführen.

198. Aufgabe. Es sind die Projektionen eines auf der Horizontalebene senkrecht stehenden Kreiszylinders sowie die Projektionen der Lichtrichtung gegeben; man soll die Isophoten der Cylinderoberfläche, sowie den Schlagschattenumriß bestimmen und den Schlagschatten wie die Cylinderoberfläche richtig tuschieren (Fig. 80, Blatt 23).

Auflösung. Die Isophoten der Cylinderfläche findet man wie in § 60, Fig. 25, und der Schlagschattenumriß $Aa_1B'C'D'E'F'g_1G$ wird aus der Schattengrenze ($AbcdofG, a'b'c'd'e'f'g'$) auf bekannte Weise gefunden, indem man nämlich durch die einzelnen Punkte (b, b'), (c, c'), . . . der schattenwerfenden Linie Parallelen mit der Lichtrichtung (l, l') zieht und ihre Spuren B', C', D', \dots bestimmt und in gehöriger Ordnung miteinander verbindet.

Sind auf diese Weise die Isophoten wie der Umriß des Schlagschattens gefunden, so ist das Schattieren der Cylinderfläche wie des Schlagschattens, wie ebenfalls schon früher (Fig. 65) angegeben worden ist, auszuführen. Von der hellsten Linie 8,2 (mit der Intensität 0,82) an lege man nämlich mit einem ersten (der angegebenen Beleuchtungsintensität entsprechenden) Ton die Fläche zu beiden Seiten ganz an, sodann mit einem zweiten, etwas stärkeren Ton von den Isophoten $+8 + 8, +8 + 8$ angefangen wieder bis ans Ende zu beiden Seiten (links

und rechts), hernach ebenso von den Isophoten $+7 + 7, +7 + 7$ angefangen bis zu beiden Seiten, womit auf der linken Seite das Tuschen zu Ende ist, während auf der rechten Seite von den Isophoten $+6 + 6$ bis ans Ende, nachher von $+5 + 5$ bis $-5 - 5$, von $+4 + 4$ bis $-4 - 4$, von $+3 + 3$ bis $-3 - 3$, von $+2 + 2$ bis $-2 - 2$, von $+1 + 1$ bis $-1 - 1$ noch weiter, und zwar jedesmal mit einem entsprechend stärkeren Ton getuschelt werden muß, bis bei 00, dem stärksten eigenen Schatten, die Schattierung der ersten Überarbeitung zu Ende geht.

Um eine schöne, allmählich ineinander übergehende Rundung zu erhalten, muß die gleiche Arbeit aber noch ein-, zwei- oder mehreremal wiederholt und bezüglich der einzelnen Schichten zudem die oben angegebenen Regeln des Verwaschens und Tuschierens möglichst berücksichtigt und angewendet werden. Wie früher im theoretischen Teile wiederholt hervorgehoben worden ist, sind die im Schatten zwischen 00 und $-1 - 1, -1 - 1$ und $-2 - 2, \dots$ befindlichen Schichten jedoch merklich dunkler als die entsprechenden im Licht befindlichen Streifen zwischen 00 und $+1 + 1, +1 + 1$ und $+2 + 2, \dots$. Deshalb erfordern die im Schatten liegenden und nur durch Reflexlicht beleuchteten Flächenschichten je nach der Stärke des Tuschtönen noch eine oder mehrere Überarbeitungen, wobei die erwähnten Regeln des Verwaschens und Tuschens in gleicher Weise zu berücksichtigen und in Anwendung zu bringen sind.

199. Aufgabe. Es sind die Projektionen eines auf der Horizontalebene senkrechten Kreiskegels sowie die Projektionen der Lichtrichtung gegeben; man soll die Isophoten der Kegeloberfläche und den Umriss des Schlagschattens bestimmen und die Kegeloberfläche wie den Schlagschatten im Grund- und Aufsriß richtig tuschieren (Fig. 81).

Auflösung. Die Isophoten der Kegelfläche findet man, wie in § 70, Fig. 30, gezeigt worden ist, und den Umriss des Schlagschattens, indem man durch die Spitze (s, s') des Kegels mit der Lichtrichtung (l, l') eine Parallele zieht, deren Spuren A und B' sucht, von A an den Grundkreis die Tangenten AC und AD zieht und die Punkte c_1 und d_1 , wo letztere die Projektionsachse schneiden, mit B' verbindet. Sind auf diese Weise die Isophoten der Kegelfläche im Grund- und Aufsriß, sowie der Umriss des Schlagschattens gefunden, so ist das Tuschieren der Kegelfläche wie des Schlagschattens auf bekannte Weise (siehe Fig. 71) auszuführen. Man beginne nämlich wieder mit der hellsten Linie 9,6 (deren Beleuchtungsintensität 0,96 ist) und einem schwachen Tuschtone, der der angegebenen Intensität entspricht, indem man damit im Grundriß den im Licht befindlichen Teil der Kegelfläche von den dunkelsten Isophoten Cs und Ds gegen die hellste Isophote Fs und gleichzeitig vom Kreisumfang DFC an radial gegen das Centrum s , den Schattenteil aber umgekehrt von den dunkelsten Isophoten Cs und Ds gegen sE und von der Spitze s gegen den Kreisumfang DEC und im

Aufsriß von der dunkelsten Isophote Os' nach beiden Seiten bis zur hellsten Linie $+9,6s'$ und dann auch von der äußersten Seite links bis zu $+9,6s'$, sowie von der Spitze s' bis zur Grundlinie (in der Achse) verwäscht und dasselbe Verfahren mehrmals nacheinander wiederholt und bei jeder neuen Überarbeitung wieder eine Schicht oder ein zwischen zwei aufeinander folgenden Isophoten befindliches Flächenelement ausläßt. Wegen der angedeuteten doppelten Verwäscherung und des besondern Umstandes, daß die Isophoten gegen die Spitze (s, s') zu immer näher zusammenfallen und sich in dieser wirklich in einem Punkt vereinigen, bietet das Schattieren der Kegelfläche dem Anfänger immer besondere Schwierigkeit und erfordert daher die größte Aufmerksamkeit.

Es ist aber nicht zu verkennen, daß nach unserer Methode bei Benützung der Isophoten die Aufgabe des Tuschens einer Kegelfläche bedeutend erleichtert ist und daher bei gehöriger Aufmerksamkeit von jedem Schüler ziemlich bald befriedigend gelöst werden kann.

200. Aufgabe. Es sind die Projektionen eines hohlen kreisförmigen, auf der Horizontalebene senkrecht aufstehenden Cylinders sowie die Projektionen der Lichtrichtung gegeben; man soll die Isophoten der hohlen Cylinderfläche wie die Umrisse des Schlagschattens auf die beiden Projektionsebenen und die hohle Cylinderfläche selbst bestimmen und diese wie den Schlagschatten richtig tuschieren (Fig. 82).

Auflösung. Die Isophoten der hohlen Cylinderfläche findet man, wie in § 130, Fig. 53, gezeigt worden ist, und den Umriss des Schlagschattens auf die Projektionsebenen, wie bereits § 198, Fig. 80, angegeben wurde. Ebenso erhält man auch den Schlagschatten ($GHi, g'h'i'n'h', h'_2$), indem man durch einzelne Punkte des Bogens ($hki, h'k'i'$), wie (k, k'), Strahlen parallel (l, l') zieht und deren Durchschnittspunkte, wie (n, n'), mit der hohlen Cylinderfläche bestimmt.

Die Schattierung der hohlen Cylinderfläche wird auf gleiche Weise wie die Mantelfläche des massiven Cylinders Fig. 65 und Fig. 82 nur in umgekehrter Ordnung ausgeführt. Bezüglich des Schlagschattens auf die hohle Cylinderfläche ist noch besonders zu bemerken, daß derselbe von der Grenzlinie $h_1 h_2$ gegen $h'g'$ hin etwas zu verwaschen ist.

201. Aufgabe. Es sind die Projektionen eines regulären sechsseitigen, auf der Horizontalebene senkrecht stehenden Prismas mit cylindrischem Wulst, sowie die Projektionen der Sichtrichtung gegeben; man soll den Schlagschatten, den der cylindrische Wulst (im Aufsicht) auf die vordern Flächen des Prismas und der obere Teil des letztern auf die obere Kreisfläche des Wulstes (im Grundriß) und den die ganze Körperzusammensetzung auf die Projektionsebenen wirkt, sowie die Beleuchtungsintensitäten der Prismenflächen und die Isophoten der Cylinderfläche des Wulstes bestimmen und die ganze Figur richtig tuschieren (Fig. 83, Blatt 24).

Auflösung. Die Beleuchtungsintensitäten der Oberflächen des Prismas und die Isophoten des cylindrischen Wulstes findet man, wie früher § 127, Fig. 50, und § 60, Fig. 25, für jeden Körper besonders gezeigt worden ist. Dieselben sind in der Figur eingeschrieben, resp. eingezeichnet. Den Schlagschatten auf die Projektionsebenen erhält man am einfachsten, wenn man jeden Körper besonders ins Auge faßt und den Schlagschatten, den er auf dieselben wirft, einzeln für sich bestimmt, dann aber von den Umrisslinien nur diejenigen beibehält, welche der Grenzlinie des ganzen Schlagschattens angehören. Auf diese Weise findet man $A_1 A_2 BD'e'O'F'_1 F'_2 GHJA_1$ als Umriss des Schlagschattens des cylindrischen Wulstes und $kk', K'E'M'N'n, n$ als Schlagschattenumriss des sechsseitigen Prismas. Damit ist alsdann die Grenzlinie $kJA_1 A_2 BD'E'M'N'O'F'_1 F'_2 GHn$ des ganzen Schlagschattens bestimmt, von dem horizontal das Stück $kihn$ und vertikal das Stück $M'N'O'F'_1 F'_2 G$ verdeckt ist.

Bezüglich des Schlagschattens des cylindrischen Wulstes wird die Konstruktion im Grundriß vereinfacht, wenn man zuerst den Schlagschatten C_1 und C_2 des Centrum (e, e_1) und (e, e_2) sucht und mit dem Radius ae aus C_1 und C_2 Kreisbogen $A_1 JHG$ und BA_2 beschreibt, welche durch die Tangente $A_1 A_2$ miteinander verbunden sind. Vertikal müssen dagegen die elliptischen Bogen $BD'e'O'F'_1$ und $F'_2 G$ punktweise mittels der Vertikalspuren D', e', F'_1, \dots der Schatten-

werfenden Strahlen gesucht werden, wie dies auch mit dem halben Sechseck $K'E'M'N'$ der Fall ist.

Den Schlagschatten des obern Prismenstückes auf die obere Kreisfläche des cylindrischen Wulstes (im Grundriß) erhält man ebenfalls am einfachsten, wenn man zuerst den Schlagschatten C_3 des Centrum (c, c_3) auf die obere Kreisfläche sucht und das zugehörige Sechseck, soweit es auf die letztere zu liegen kommt, verzeichnet. Wie man sieht, kommt dasselbe nur mit dem Stück k, δ auf die Kreisebene zu liegen. Der übrige Teil fällt außerhalb und bildet sich vertikal bei $D'E'M'N'$ ab.

Den Schlagschatten, den die untere Kreisfläche auf die Prismenfläche (im Aufsriß) wirft, findet man ebenfalls, indem man durch eine hinreichende Anzahl Punkte des schattenwerfenden Bogens $(prt, p'r't')$ Parallelen mit der Lichttrichtung zieht, ihre Durchschnittspunkte $(p_1, p'_1), (q_1, q'_1), (r_1, r'_1), (s_1, s'_1), \dots$ bestimmt und die Vertikalprojektionen p'_1, q'_1, r'_1 , sowie r'_1, s'_1, t'_1 durch stetige trumme Linien verbindet. Hinsichtlich der Ausföhrung des Schattierens ist nichts weiter mehr zu bemerken, als daß der Schlagschatten $kk_1, \delta hn$ etwas stärker als jener $iJA_1A_2BD'E'M' \dots GHh$ zu halten ist, und daß ebenso der Schlagschatten auf die Prismenflächen an den Grenzlinien $p'_1q'_1r'_1$ und $r'_1s'_1t'_1$ etwas stärker als nach oben, sowie auch stärker als der Schlagschatten auf die V.E. zu halten ist.

202. Aufgabe. Es sind die Projektionen eines auf der Horizontalebene senkrecht stehenden Kreisylinders

mit einer regulären sechsseitigen Deckplatte sowie die Projektionen der Lichttrichtung gegeben; man soll die Beleuchtungsintensität der Oberflächen der Deckplatte und die Isophoten des senkrechten Kreisylinders sowie den Schlagschatten, den die Deckplatte auf den Cylinder und die ganze Körperzusammenstellung auf die Projektionsebenen wirft, bestimmen (Fig. 84).

Auflösung. Die Beleuchtungsintensitäten für die Oberflächen der Deckplatte und die Isophoten der Cylinderfläche findet man, wie § 127, Fig. 50, und § 60, Fig. 25, angegeben worden ist. Dieselben sind in der Figur ebenfalls eingeschrieben resp. eingezeichnet.

Den Schlagschatten auf die Projektionsebenen bestimmt man wieder zuerst einzeln für sich und behält hernach bloß jene Umrißlinien bei, die der Grenzlinie des ganzen Schlagschattens angehören. Man erhält auf diese Weise den Schlagschattenumriß $HH_1A_1A_2a, B'D'E_1E_2F'J'_1J$, von dem das Stück $Hh d i J$ im Grundriß und das Stück $\delta'D'E_1E_2F'J'_1$ im Aufsriß verdeckt ist.

Beim Schlagschatten der Deckplatte im Grundriß ist es wiederum am einfachsten, die Schlagschatten C_2 und C_3 der Mittelpunkte (c, c_2) und (c, c_3) zu bestimmen und die zugehörigen regulären Sechsecke, soweit diese eben noch auf die Horizontalebene fallen, zu verzeichnen. Man sieht, daß im vorliegenden Fall vom untern Sechseck bloß noch das Stück A_1H_1 auf die H.E. fällt und daß die aufrechte Kante (a, a_1a_2) ihren Schatten in A_1A_2 und das obere Sechseck aber

feinen Schlagschatten in $A'_2 a_1$ in der H.E. und in $a_1 B'D'E'_1 \dots$ in der V.E. hat. Den Schatten der Deckplatte auf die Zylinderfläche erhält man, indem man durch einzelne Punkte der Schattenwerfenden Linie (p, g, t , p', g', t') mit der Lichtrichtung Parallelen zieht und deren Durchschnittspunkte (p_1, p'_1), (q_1, q'_1), ... mit der Zylinderfläche bestimmt und deren Vertikalprojektionen p'_1, q'_1, g'_1 , sowie g'_1, s'_1, t'_1 durch stetige krumme Linien aus freier Hand verbindet.

Bezüglich der Ausführung des Schattierens halte man sich an die früher erklärten Regeln und an die betreffs der vorigen Figuren angegebenen Erläuterungen.

b) Elementaraufgaben verschiedener Beleuchtungs- und Schattenkonstruktionen in parallel- und polarperspektivischer Darstellung.

(Fig. 85—92, Blatt 25.)

203. Nehmen wir auch hier bezüglich der Lichtrichtung den einfachsten Fall an, daß die Projektionen des Lichtstrahles mit der zwischen denselben liegenden Koordinatenachse OX einen Winkel von 45° einschließen, so findet man die Richtung des Lichtstrahles selbst für die Schattenkonstruktion in orthographisch parallelperspektivischer Darstellung wie folgt.

Ist $OZXY$ (Fig. 85) das gegebene Achsenkreuz für das den folgenden Darstellungen zu Grunde gelegte Projektionssystem $z:x:y = 1:1:\frac{1}{2}$, wofür bekanntlich die Achsenwinkel $H_1 OZ = H_2 OZ = 90^\circ$,

$\sphericalangle H_2 OX = \eta = 7^\circ 11'$ und $H_1 OY = \theta = 41^\circ 25'$, und macht man $OI = OI_2$ (beliebig groß) und $OI_1 = \frac{1}{2} OI = \frac{1}{2} OI_2$ und zieht l_1 und l_2 , so sind dies die Projektionen des Lichtstrahles auf die Ebenen XY und XZ ; und zieht man durch l_1 eine Parallele mit OZ und durch l_2 eine Parallele mit OY und verbindet man l mit L , dem Durchschnittspunkt beider Parallelen, so ist die Verbindung lL die Richtung des einfallenden Lichtstrahles selbst. Macht man noch $OI_0 = OI_2 = OI$ und $l_0 \lambda = l_0 l_2$ und zieht durch λ eine Parallele mit OZ und durch l_2 eine Parallele mit OH_1 und verbindet L_2 , den Durchschnittspunkt beider Parallelen, mit l_0 und zieht endlich auch noch $l_0 l_2$, so erhält man in der letztern Linie die Vertikalprojektion der Lichtrichtung, welche mit der Projektionsachse H_1, H_2 den Winkel $O l_0 l_2 = 45^\circ$ einschließt, und in der Geraden $l_0 l_2$ die in die Vertikalebene umgedrehte Lichtrichtung selbst, deren horizontaler Neigungswinkel $\sphericalangle l_0 l_2 = \alpha = 35^\circ 16'$ beträgt. Damit ist man nun im Stande, den Schatten irgend eines Gegenstandes nach dem angegebenen orthographisch-parallelperspektivischen Projektionssystem zu finden.

204. Aufgabe. Es sei in Fig. 86 die orthographisch-monometrische Projektion $ABDE$ eines aus dem vertikalen Stab AB und dem horizontalen Stab DE bestehenden Kreuzes, sowie die parallelperspektivische Lichtrichtung lL und die Grundrißprojektion $l_1 l$ der

lehtern gegeben; man soll den Schlagschatten des Kreuzes auf die Ebenen XY und XZ finden.

Auflösung. Zieht man durch A, sowie durch D_1 und E_1 , die Grundrißprojektionen von D und E, Parallelen Aa , D_1d_1 und E_1e_1 mit l_1l_1 , der Grundrißprojektion des Lichtstrahles, errichtet in a , d_1 und e_1 Senkrechte zur Horizontalen H_1H_2 und zieht durch B, C, D und E Parallelen Bb , Cc , Dd und Ee mit der Lichtrichtung l_1l_1 , so erhält man in $Aacbde$ den verlangten Schatten, wovon der Theil Aa auf die Ebenen XY und der übrige Teil auf die Ebene XZ zu liegen kommt.

Der Schüler versuche nun ebenso den Schlagschatten eines Kreuzes mit körperlichen Dimensionen, dessen beide Stäbe also eine bestimmte Länge, Breite und Dicke haben, zu bestimmen.

205. Aufgabe. Es sei in Fig. 87 die orthographisch-monodimetrische Projektion eines quadratischen Pfostens mit Fuß- und Deckplatte, sowie die parallelperspektivische Lichtrichtung LH und ihre Grundrißprojektion IR gegeben; man soll sowohl den eigenen als den Schlagschatten bestimmen und mit Tusche und Pinsel wirklich ausführen.

Auflösung. Um zunächst den Schlagschatten zu bestimmen, denke man sich durch die einzelnen Punkte der schattenwerfenden Linien Strahlen parallel zu LH und durch deren Grundrißprojektionen Parallelen mit IR gezogen und die Spuren oder Durchschnittspunkte der

Del a b a r, Linearzeichnen. 5.

erstern (der Lichtstrahlen) mit der Ebene XY, resp. XZ gesucht und gehörig miteinander verbunden. Auf diese Weise geben die Eckpunkte A, B, C der Oberfläche der Deckplatte die Schatten a, b, c, sowie die Endpunkte D und E der Unterfläche derselben die Schatten d und e auf der Ebene XZ. Es sind folglich ab und bc die Schatten der liegenden Kanten AB und CB, sowie cd und ae die Schatten der aufrechten Seitenkanten CD und AE der Deckplatte. Zieht man nun noch dh parallel ab, und eh parallel bc, so hat man in abcdhe die vollständige Umgrenzung des Schattens der obern Deckplatte, von welchem ein kleiner Teil bei ae vom Körper selbst verdeckt ist.

Zieht man ferner durch die Grundrißprojektionen F und G derjenigen aufrechten Kanten des Mittelpfostens, wo Licht und Schatten voneinander begrenzt sind, mit der Grundrißprojektion IR der Lichtrichtung die Parallelen Ff und Gg bis zur Achse OX und errichtet in f und g die Parallelen fi und gk mit OZ, so sind dieselben die in der Ebene XZ sichtbaren Schatten der genannten Seitenkanten des Mittelpfostens.

Zieht man ebenso durch die Eckpunkte M, N, P der Oberfläche der Fußplatte Lichtstrahlen parallel LH und durch die Endpunkte Q und R der Unterfläche derselben Parallelen mit der Grundrißprojektion IR der Lichtrichtung, so erhält man in p und m die Schatten der zugehörigen obern Eckpunkte P und M; und zieht man durch p eine Parallele mit PN und durch m eine Parallele mit MN, so erhält man in RmngkfpQ den

vollständigen Umriß des Schlagschattens der ganzen Körperzusammenstellung auf der Grundrißebeane, wovon wieder ein Stück, das hinten von Qpufv begrenzt wird, unsichtbar ist.

Nun fehlen nur noch die Schlagschatten, welche der Mittelpfosten auf die Fußplatte und die Deckplatte auf den Mittelpfosten wirft. Diese zu erhalten, hat man bloß durch S und T, die untern Eckpunkte des Mittelpfostens, Parallelen mit IR und durch H eine Parallele Hh₁ mit der Lichtrichtung und durch h₁ eine Parallele h₁d₁ mit der untern Kante HD der Deckplatte zu ziehen.

Was den eigenen Schatten betrifft, so befinden sich in demselben unter den sichtbaren Flächen diejenigen, welche zur rechten Seite an die Schattenwerfenden aufrechten Kanten RM, Sd₁ und DC anstoßen.

Es mag noch bemerkt werden, daß bei unserer Annahme des Lichtstrahles die Diagonale H₁B₁ der Grundplatte mit der Grundrißprojektion IR der Lichtrichtung parallel ist. — Auf gleiche Weise verfährt man, wenn der Schatten irgend einer andern Körperzusammenstellung nach dieser Methode zu suchen ist.

206. Wenden wir uns zur Klinographisch-monodimetrischen Projektionsart und nehmen wir ebenfalls für die folgenden Konstruktionen das System: $z : x : y = 1 : 1 : \frac{1}{2}$ und den Winkel $\theta = 30^\circ$ und den Winkel $\eta = 0^\circ$ an, so sei OZXY (Fig 88) das zugehörige Achsenkreuz, also $OZ \perp OX$ und

Winkel $X_1OY = \theta = 30^\circ$. Macht man dann $O1 = O1_2$ und $O1_1 = \frac{1}{2} O1 = \frac{1}{2} O1_2$ und zieht l_11 und l_21 , so sind dies die Projektionen der Lichtrichtung in den Ebenen XY und XZ. Zieht man noch durch l_1 eine Parallele mit OZ und durch l_2 eine Parallele mit OY, und verbindet ihren Durchschnittspunkt L mit 1, so ist Ll die Lichtrichtung selbst. Macht man noch $11_0 = 11_2$ und zieht durch l_0 eine Senkrechte und in l_2 eine Parallele zu OX und verbindet den Durchschnittspunkt L_2 mit 1, so stellt $\sphericalangle l_01L_2$ zugleich den in die Vertikalebene umgedrehten horizontalen Neigungswinkel $\alpha = 35^\circ 16'$ der Lichtrichtung mit der Grundrißebeane dar. Damit ist man nun im stande, den Schatten irgend eines Gegenstandes nach dem angegebenen Klinographisch-monodimetrischen Projektionsystem zu finden.

207. Aufgabe. Es sei in Fig. 89 die klinographisch-monodimetrische Projektion eines senkrechten Kreiskegels gegeben, sowie die Lichtrichtung und ihre Grundrißprojektion; man soll die Nephoten des Kegels wie den Schatten desselben auf die Grundrißebeane und auf das nebenbeigelegte Prisma, samt Schatten des letztern bestimmen und mittels Tusch und Pinsel ausführen.

Auflösung. Die Nephoten des Kegels nach der angegebenen klinographisch-monodimetrischen Projektionsmethode findet man, wie in § 103, Fig. 44, Blatt 9,

erklärt worden ist. Dazu denken wir uns den Grundkreis des Kegels, dessen Centrum in e und dessen Radius in ef angenommen ist, in die Ebene XZ , die hier zugleich als Bildfläche angenommen ist, umgelegt. Ziehen wir dann eA_1 so, daß $\angle feA_1 = 45^\circ$, so ist dies die Richtung für die Beleuchtungsstafe der Isophotenkonstruktion des Grundkreises. Zieht man hierauf fs und $fg \perp fs$, trägt eg und fg nach li und lk in Fig. 88, errichtet in i und k Senkrechte, welche die umgelegte Lichtrichtung lL_2 in J und K durchschneiden, und trägt hierauf iJ nach eN_1 und lK nach $N_1M_1 (A_1)$, so ist N_1 der Nullpunkt und M_1 (der zufällig mit A_1 zusammenfällt) der Maximalpunkt der Beleuchtungsstafe für den umgelegten Grundkreis K_1 . Führt man nun damit die Isophotenkonstruktion desselben aus, indem man die Strecke N_1M_1 in zehn gleiche Teile teilt und auch noch solche Teile von N_1 rückwärts bis zum Kreisumfang abträgt und in den Teilpunkten Senkrechte zur Stafe N_1M_1 errichtet, welche den Umfang des Kreises K_1 in den verlangten Isophotenpunkten durchschneiden, und trägt die letztern in die kinographische Projektion k über und verbindet die erhaltenen Isophotenpunkte der Ellipse k mit der Spitze s , so sind die Verbindungslinien die verlangten Isophoten der Kegelfläche. Um den Schlagschatten zu finden, ziehe durch die Spitze s eine Parallele mit der Lichtrichtung $L1$ (in Fig. 88) und durch das Centrum e eine Parallele mit der Grundrißprojektion l_1l der Lichtrichtung (in Fig. 88), welche die erstere in s_1 durchschneidet. Von diesem

Punkte ziehe an die Ellipse k die beiden Tangenten s_1u und s_1v , so bestimmen diese den Schlagschatten auf der Ebene XY . Errichtet man hierauf in σ_1 eine Vertikallinie, welche den durch s gehenden Lichtstrahl in s' schneidet, und zieht man durch σ_2 eine Parallele zu cs_1 , welche den Lichtstrahl ss_1 in s_2 schneidet, und verbindet s' mit w und x und s_2 mit y und z , so ist auch der Schlagschatten des Kegels auf das zur Seite liegende vierseitige Prisma gefunden. Um endlich auch noch den Schlagschatten des Prismas auf die Grundrißebene zu erhalten, ziehe man durch die Endpunkte Q, R, T der Oberflache desselben Parallelen mit der Lichtrichtung ss_1 (oder $L1$ der Fig. 88) und durch die Eckpunkte P_1 und P_2 der Unterflache desselben Parallelen mit der Grundrißprojektion l_1l der Lichtrichtung (in Fig. 88) und endlich durch den Durchschnittspunkt q eine Parallele mit QR^* und durch t eine Parallele mit RT , so bildet P_1qrtP_2 den Umriß des verlangten Schlagschattens des Prismas auf die Grundrißebene.

Ebenso erhält man auch nach dieser Projektionsmethode den Schatten irgend einer andern Körperzusammenstellung.

208. Indem wir auch noch einige Schattenkonstruktionen in polarperspektivischer Darstellung beifügen, sei in Fig. 90 und 91 G_1G_2 die Grundlinie der Bildfläche, H_1H_2 der Horizont und

*) Der Durchschnittspunkt q , wie die Parallele zu QR durch denselben fällt nicht mehr auf die Zeichnungsfläche.

darauf A der Augpunkt, der zugleich der Fluchtpunkt für die auf der Bildfläche senkrecht stehenden Kanten des mit der vordern Fläche CKMN in der Bildfläche liegenden Würfels ist. Zur Bestimmung der hintern perspektivischen Punkte, wie J in Fig. 90, dient der Distanzpunkt, der hier jedoch außerhalb der Zeichnungsfläche fällt und durch den Viertelsdistanzpunkt $\frac{D}{4}$ ersetzt ist. Bei dem schräggestellten quadratischen Prisma in Fig. 91 laufen die parallelen Seiten OE und KJ mit NP und MQ nach dem im Horizont gelegenen Fluchtpunkt F, und die hintern Punkte, wie E, findet man mittelst des zugehörigen Teilpunktes T, der ebenfalls links hand auf dem Horizont liegt. An das vierseitige Prisma ist noch, wie man sieht, ein Strebepfeiler angelehnt, dessen Basis ebenfalls ein Viereck ist, von welchem zwei Seiten nach dem Fluchtpunkt F zulaufen, und dessen beide andere Seiten mit den Seiten CK und EJ denselben unzugänglichen Fluchtpunkt haben.

209. Aufgabe. Es ist, wie im vorigen kurz erläutert, in Fig. 90 die polarperspektivische Projektion eines Würfels in gerader Ansicht und in Fig. 91 die polarperspektivische Projektion eines aufrechten quadratischen Pfostens samt angelehntem Strebepfeiler in schräger Ansicht gegeben, sowie die Richtrichtung; man soll die Schatten dieser Körperformen in polarperspektivischer Darstellung bestimmen.

Auflösung. Man denke sich in A, dem Aug-

punkt, eine Senkrechte, gleich der Entfernung des Auges von der Bildfläche, errichtet und alsdann durch das im Endpunkt dieser Senkrechten gelegene Auge eine Parallele mit der Richtrichtung gezogen und ihren Durchschnittspunkt mit der Bildfläche bestimmt. Derselbe ist alsdann der Fluchtpunkt für alle parallelen Lichtstrahlen. S sei dieser Punkt. Errichtet man dann noch durch S eine Senkrechte zum Horizont, so ist der Durchschnittspunkt V der Fluchtpunkt für alle perspektivischen Grundrissprojektionen der Lichtstrahlen. Nach S laufen somit alle durch die Eckpunkte N, P, Q des Würfels in Fig. 90, sowie durch die Eckpunkte N, P, Q des quadratischen Pfostens in Fig. 91 gehenden perspektivischen Lichtstrahlen; und ebenso laufen alle durch die zugehörigen Grundrissprojektionen C, E, J gehenden Grundrissprojektionen der Lichtstrahlung in beiden Figuren nach V. Die Durchschnittspunkte n, p, q beider Liniensysteme liefern dann die perspektivischen Schattenpunkte der obern Eckpunkte, und durch deren Verbindung erhält man endlich den Schattenumriß CnpqJ in beiden Figuren. Zieht man die Linie RV, welche CK in r schneidet, und verbindet r mit U, so hat man in Rr und rU auch den Schlag Schatten des schiefen Strebepfeilers auf die Grundriss ebene und den quadratischen Pfosten.

Was den eigenen Schatten betrifft, so sind in Fig. 91 unter den sichtbaren Flächen die an die Kanten CN und RU stoßenden rechten Seitenflächen im eigenen Schatten. Bei der Ausführung mit Tusche und Pinsel sind dann diese Flächen, wie die Figur zeigt, nach hinten etwas zu

verwaschen, während umgekehrt die Lichtfläche von den hintern Kanten LW , KM , PQ nach vorne gegen RU , CN , MN zu verwaschen sind. Dasselbe gilt auch für die Flächen $KJQM$ und $MQPN$ in Fig. 90, während die vordere Fläche $KCNM$ dieser Figur dagegen gleichmäßig anzulegen ist. Die Flächen im eigenen Schatten sind bei diesem Körper unsichtbar.

Bei XZ (Fig. 92) ist noch eine Vertikale, die die Höhe einer menschlichen Figur vorstellen mag, aufgestellt, und in Xz durch die Strahlen ZS und XV ihr Schatten auf die Grundriße ebene bestimmt.

Ähnlich verfährt man, wenn man nach der perspektivischen Projektionsart den Schatten irgend einer andern Körperzusammenstellung zu bestimmen hat.

c) Schattenkonstruktionen verschiedener praktischer Anwendungen.

(Fig. 93–105, Blatt 26–32.)

210. Auf Blatt 26 und 27 haben wir zur Übung eine Reihe von Schattenkonstruktionen verschiedener praktischer Anwendungen aufgenommen, welche für diejenigen Schüler, welche die vorausgehenden Elementaraufgaben über Beleuchtungs- und Schattenkonstruktionen gut verstanden haben, fast ohne weitere Erklärungen verständlich sein werden. Auf dem Blatt 26 finden sich in Fig. 93 bis 96 vier verschiedene Beispiele von einfachen Treppen mit ihren Schlagschatten angegeben. Die Konstruktion der letztern ist durch Hilfslinien angedeutet, so daß in der That jede weitere Erklärung überflüssig

erscheint. Auf Blatt 28 sind in Fig. 97–98 zunächst die Schlagschatten zweier Wandpfeiler und in Fig. 99 bis 100 sodann die Schlagschatten zweier Thüreingänge konstruiert, und auch diese Konstruktionen werden vom aufmerksamen Schüler ohne weiteres verstanden werden, da dieselben ebenfalls durch Hilfslinien angedeutet sind. Die weiteren praktischen Beispiele auf Blatt 28–32, die hinsichtlich der Konstruktion der Schatten schon mehr Schwierigkeiten darbieten, sollen dagegen noch etwas näher erklärt werden.

211. Beim Dampfzylinder, von dem in Fig. 101, Blatt 27, ein Horizontal- und Vertikalschnitt samt den Projektionen der Lichtrichtung gegeben, sind nacheinander folgende Beleuchtungs- und Schattenkonstruktionen auszuführen.

Zuerst suche man die Isophoten des hohlen Dampfzylinders, des cylindrischen Kolbens und der cylindrischen Stange, die beide massiv gedacht und nicht geschnitten sind, wie früher (§ 130, Fig. 53, und § 60, Fig. 25) ausführlich erklärt worden ist.

Sodann bestimme man den eigenen Schlagschatten, den die Kante (a, a', a_2) und der Bogen (ab, a_2b') des obern Kreisumfangs des hohlen Dampfzylinders auf die innere Mantelfläche selbst und auf die obere Kreisfläche des Kolbens, sowie den Schlagschatten, den der Dampfzylinder selbst auf den untern Rand und auf die Projektionsebenen wirft, wie dies in § 200, Fig. 82, erklärt worden ist.

Ferner bestimme man den Schlagschatten, den der Kolben auf die innere Mantelfläche und die Schnittfläche des Cylinders (rechter Hand) und auf die Projektionsebenen wirft, und endlich den Schlagschatten, den die Kolbenstange auf die innere Mantelfläche und auf die obere Kolbenfläche bildet, indem man, wie bekannt, durch einzelne Punkte der schattenwerfenden Linien Strahlen parallel der gegebenen Lichtrichtung (l, l') zieht und ihre Spuren oder Durchschnittspunkte mit den betreffenden Flächen sucht und gehörig miteinander verbindet.

Auf diese Weise erhält man die Schlagschattenumrisse $a'_1 a'_2 b' d'_2 d'_1$ auf die innere Mantelfläche im Aufriß, $a d b a$ auf die obere Kreisfläche des Kolbens im Grundriß, $ff_1 m_1 m$ auf den untern vorspringenden Rand des Dampfcylinders im Grundriß, $G_1 G_2 F_1 F_2 H_1 H_2 h_1 k_1 K_1 k$ in der Grundrißebene, $h_1 F'_3 F'_4 G'_3 G'_4 J'$. . . in der Aufrißebene, $n'_1 o'_1 p'_1$ auf die innere Mantelfläche, $p'_1 q'_1 r'_1 s'_1$ auf die ebene Schnittfläche, $tt_1 u_1 u$ auf die obere Kolbenfläche und $v'_1 w'_1 x'_1 y'_1 z'_1$ auf die innere Mantelfläche des Dampfcylinders im Aufriß.

212. Bei der cylindrisch-sphärischen Nische, von der in Fig. 102 die vordere Ansicht und ein Horizontalschnitt, sowie die Projektionen der Lichtrichtung gegeben, sind folgende Beleuchtungs- und Schattenkonstruktionen auszuführen.

Zuerst sind die Isophoten der innern Mantelfläche des hohlen Cylinders und der hohlen Kugel zu

suchen, wie das früher (§ 130, Fig. 53, und § 95, Fig. 34) gezeigt worden ist; sodann die Schlagschattenumrisse $a d b a$ und $x X_1 x_1 z_1 z$ in der Grundrißebene, $a'_1 a'_2 g' h' f' h'_1 i'_1 g'_1 d'_1 d'$ auf die innere Mantelfläche des hohlen Cylinders und der hohlen Kugel im Aufriß und $x_1 X'_1 Y'_1 Z'_1 z_1$ auf die Aufrißebene, indem man wieder durch einzelne Punkte der schattenwerfenden Linien Strahlen parallel mit der Lichtrichtung (l, l') zieht und ihre Durchschnittspunkte mit den betreffenden Flächen bestimmt.

Die Schlagschattenkurve $d' d'_1 g'_1 i'_1 h'_1 f'$ auf die innere Gewölbefläche der Nische im Aufriß besteht, wie man sieht, aus drei Teilen: aus dem geradlinigen Teil $d' d'_1$, welcher von der durch die aufrechte Kante ($a, a'_1 a'_2$) gehenden Strahlenebene herrührt, sodann aus dem krummlinigen Stück $d'_1 g'_1 i'_1$, das von dem durch den Bogen $a'_2 g'_1 i'$ gehenden Strahlencylinder auf dem sphärischen Nischenteil herrührt, und aus dem krummlinigen Stück $i'_1 h'_1 f'$, welches von dem durch den Bogen $i' h' f'$ gehenden Strahlencylinder auf dem sphärischen Nischenteil gebildet wird. Das erste Stück $d' d'_1$ ist unmittelbar durch den Durchschnittspunkt ($d' d'_1$) des Strahles ($a d, a'_2 d'_1$) mit der cylindrischen Nische bestimmt. Das andere $d'_1 g'_1 i'_1$ erhält man ebenso durch die Durchschnittspunkte (g_1, g'_1), (i_1, i'_1), . . . der Strahlen ($g g_1, g' g'_1$), ($i i_1, i' i'_1$), . . . mit der innern Mantelfläche der Nische. Und um das dritte Stück $i'_1 h'_1 f'$ zu erhalten, suche man wiederum die Durchschnittspunkte einzelner Strahlen mit der sphärischen Nische. Um 3. B.

den Punkt h'_1 — als Durchschnittspunkt des Strahles ($es, h'h'_1$) mit derselben — zu erhalten, suche man die Durchschnittslinie ($epqrs, h'p'q'r's'$) der durch den Strahl gelegten horizontalprojizierenden Ebene mit der sphärischen Nische mittels der horizontalen Parallelkreisschnitte ($tru, t'r'u'$), ($gqf, g'q'f'$) und ($vpw, v'p'w'$). Denn die erhaltene Vertikalprojektion $h'p'q'r's'$ dieser Durchschnittskurve wird dann von der Vertikalprojektion $h'h'_1$ des Strahles im verlangten Punkt h'_1 geschnitten. Auf gleiche Weise findet man andere Punkte und damit die ganze auf die Kugeloberfläche fallende Kurve $i'_1h'_1f'_1$, welche, als Projektion eines größten Kreises, sich auf letzterer als Ellipse darstellt, die auch auf folgende Weise gefunden werden kann.

213. Man denke einen Lichtstrahl, z. B. ($gg_2, g'e'$), in eine zur Vertikalebene parallele Ebene (bg_2) umgelegt, mache also $g'G'_1 = gb = cg_2$ und ziehe $c'G'_1$, sodann damit die Parallele $g'a''$, welche den nach unten ergänzten Kreis $a'_2d'_1e'_2$ in a'' schneidet, und hierauf $a''a'$ senkrecht zu $g'g'_1$, so ist $c'a'$ die kleine Halbachse und $c'f'$ die große Halbachse der gesuchten Ellipse, womit diese selbst gefunden werden kann.

214. Zieht man den Radius $c'a''$ und denkt man sich die sphärische Nische durch Ebenen, senkrecht zur V.E. stehend und durch einen entsprechenden Lichtstrahl gehend, geschnitten und die zugehörigen Kreisschnitte, wie z. B. jenen von $h'e'_2$ nach $h'_2e'_3$, parallel mit sich selbst in den mittlern Kreisschnitt gerückt und nach $h'_2h''_1e'_3$

in die zur V.E. parallele Ebene ($ae, a'_2h'e'_2$) umgelegt und den Durchschnittspunkt h''_1 desselben mit dem Radius $c'a''$ nach h'_1 , senkrecht zu $h'e'_2$, zurückgebracht, so ist h'_1 wiederum ein Punkt der Ellipse, welche auf der Kegelfläche die Grenze des Schlagschattens angiebt. Andere Punkte derselben ergeben sich auf gleiche Weise.

215. Der Punkt i'_1 , in welchem sich die beiden Schattenkurven $i'_1g'_1d'_1$ und $i'_1h'_1f'$ auf der Cylinderfläche und Kugeloberfläche aneinander berührend anschließen, ist der Wendepunkt beider Kurven und liegt notwendig auf dem horizontalen Durchmesser $a'_2e'_2$. Dieser Wendepunkt kann direkt, wie folgt, gefunden werden. Man mache $ed = e'_3\beta'$ und ziehe cd und projiziere i_1 nach i'_1 , so ist i'_1 , der verlangte Wendepunkt, gefunden. Oder man ziehe $\gamma''_1\gamma'$ senkrecht zu $g'g'_1$, projiziere γ' nach γ auf die Parallele $d\gamma$ zur Projektionsachse und ziehe $e\gamma$, so schneidet diese Gerade den Kreisumfang ade wieder in i_1 , welcher Punkt, vertikal projiziert, in i'_1 den verlangten Wendepunkt liefert.

216. Wollte man auch noch die gemeinschaftliche Tangente im Wendepunkt i'_1 der beiden Schattenkurven $i'_1g'_1d'_1$ und $i'_1h'_1f'$ erhalten, so ziehe man im Grundriß im Punkt i an den Kreis ade die Tangente i_1z und projiziere z nach z' auf den verlängerten Durchmesser $g''f'$ und ziehe $z'i'_1$, so ist dies die verlangte Tangente. Den Punkt z' erhält man auch direkt als Durchschnittspunkt des verlängerten Durchmessers $g''f'$ mit der Kreistangente $i'z'$.

217. Endlich haben wir in der geschlossenen Kurve $i'_1 g'_1 d'_1 k'_1 m'_1 n'_1 o'_2 o'_1 i'_1$ noch den vollständigen Durchschnitt des schiefen Strahlencylinders (dessen Erzeugende parallel zum Lichtstrahl und dessen Leitende der Kreisbogen $ae, a'_2 h' e'_2$ ist) mit dem senkrechten Cylinder der Nische $ade, a'_1 a'_2 e'_2 e'_1$ konstruiert, welches keine ebene Kurve, sondern eine räumliche Kurve und zwar eine Kurve vierter Ordnung ist.

218. Bei der flachen Schraube, von der in Fig. 103, Blatt 29, der Grund- und Aufriß, sowie die Projektionen der Lichtstrahlung (l, l') gegeben sind, haben wir folgende Beleuchtungs- und Schattierungsaufgaben zu lösen:

1) Die Isophoten oder die Linien gleicher Lichtintensität der beiden Spindel-Cylinderflächen vom Radius OA_0, OB_0 zu bestimmen;

2) die Isophoten oder die Linien gleicher Lichtintensität der obern und untern windschiefen Schraubensfläche des flachen Schraubengewindes zu finden;

3) den Schlagschatten des Schraubengewindes auf die innere Spindelfläche zu suchen;

4) den Schlagschatten des Schraubengewindes auf die obere windschiefe Schraubensfläche zu suchen;

5) den Schlagschatten zu suchen, den das obere vorstehende cylindrische Spindelstück auf die obere windschiefe Schraubensfläche des Schraubengewindes wirft; und

6) den Schlagschatten der Schraube auf die Projektionsebenen zu bestimmen.

Die Isophoten der beiden Spindelcylinderflächen findet

man auf bekannte Weise, wie in § 60, Fig. 25, indem man die beiden entsprechenden Grundkreise vom Radius OA_0 und OB_0 nach dem Normalenbüschel (für den Mittelpunkt O , die Richtung XX , die mit OI zusammenfällt, und den horizontalen Neigungswinkel $a'_0 o' l'_1 = \alpha = 35^\circ 16'$ der Lichtstrahlung) einteilt und die dadurch erhaltenen Isophotenpunkte aus dem Grundriß in den Aufriß projiziert. Die Intensitätsstufale OM für den ersten Kreis ist auf der X -Achse selbst und diejenige O_m für den andern Kreis ist zur Seite (rechts) in $o_1 m_1$ wirklich eingeteilt.

219. Die Isophoten der obern und untern windschiefen Schraubensfläche findet man dagegen, wie in § 149—154, Fig. 58, ausführlich erklärt worden ist. Dabei genügt es, bloß die zwischen den konaxialen Schraubenslinien ($A_0 a_1 a_2 a_3 a_4 a_5 \dots, a'_0 a'_1 a'_2 a'_3 a'_4 a'_5 \dots$) und ($B_0 b_1 b_2 b_3 \dots, b'_0 b'_1 b'_2 b'_3 \dots$) der äußern und innern Spindel gelegenen Stücke derselben zu suchen. Diese ergeben sich zunächst im Grundriß aus den Isophotenpunkten, welche für die Kreise S, S_1, S_2 , als Horizontalprojektionen der äußern, innern und mittlern konaxialen Schraubenslinien (S, S'), (S_1, S'_1) und (S_2, S'_2), auf die in den erwähnten Paragraphen (§ 149—154) erklärte Weise gefunden werden. Für den innern Kreis S_1 ist die Intensitätsstufale in $o_2 m_2$ auf der Y -Achse selbst und in $o_3 m_3$ auf einer beliebigen Parallelen zur Y -Achse zur Seite (links) noch besonders angegeben. Der Nullpunkt o_2 , resp. o_3 , bestimmt sich durch den Abstand $O o_2$

$= o_3 = f_1 \lambda_1$ und die Länge der Skale durch den Abstand $o_2 m_2 = o_3 m_3 = o' l_1$ mittels des Neigungswinkels $a'_0 o' l_1 = \alpha$ und der entsprechenden Subnormalen Of_1 und Normalen $f_1 g_1$, die zu diesem Behufe nach $o' l_1$, resp. nach $o' a_0$ getragen werden, womit sich die Stücke $f_1 \lambda_1$ und $o' l_1$ ergeben.

Für die beiden andern Kreise zieht man auf gleiche Weise zu Og und Og_2 die Senkrechten (Normalen) fg und $f_2 g_2$ *) und bestimmt mittelst Of , fg und Of_2 , $f_2 g_2$ und des Neigungswinkels $a'_0 o' l_1 = \alpha$ die zugehörigen Intensitätskaten.

Verbindet man alsdann die entsprechenden Isophotepunkte, wie z. B.: +4 auf S , +4 auf S_2 und +4 auf S_1 , durch stetige krumme Linien, so erhält man die verlangten Grundrißisophoten. Und projiziert man dieselben Punkte auf die vertikalen Projektionen S' , S'_2 , S'_1 der Schraubenlinien, so erhält man die zugehörigen Aufsichtprojektionen der Isophoten auf der untern und obern windschiefen Schraubenfläche.

220. Den Schlagschatten ($p_1 q_1 r_1$, $p'_1 q'_1 r'_1$) des Schraubengewindes auf die innere Spindel findet man, indem man durch einzelne Punkte (p , p'), (q , q'), (r , r'), ... der schattenwerfenden Schraubenlinie (S , S') Strahlen parallel der Lichtrichtung (l , l') zieht und ihre Durchschnittpunkte (p_1 , p'_1), (q_1 , q'_1), (r_1 , r'_1), ... mit der innern Spindelfläche sucht.

*) Die Punkte f und f_2 auf OX fallen in unserer Figur nicht mehr auf die Zeichnungsfläche.

221. Den Schlagschatten $r'_1 s'_1 t'_1$ des äußern Schraubengewindes S' auf die obere windschiefe Schraubenfläche zu finden, denke man sich durch die Lichtstrahlen, wie z. B. (ss_1 , $s' s'_1$), horizontalprojizierende, d. h. zur H.E. senkrechtführende Ebenen gelegt und die Durchschnittpunkte (wie $ss_1 a_5$, $s' s'_1 a'_5$) derselben mit der windschiefen Schraubenfläche — mittels der horizontalen Erzeugenden, wie ($a_3 b_3$, $a'_3 b'_3$) — bestimmt. Der Punkt (s_1 , s'_1), in welchem die Durchschnittpunkte ($ss_1 a_5$, $s' s'_1 a'_5$) von dem Strahl (ss_1 , $s' s'_1$) geschnitten wird, ist dann ein Punkt der Schlagschattenkurve ($r'_1 s'_1 t'_1$), von welcher ebenso noch andere Punkte gefunden werden können.

222. Den Schlagschatten ($r_1 u_1 v_1 \dots w_1$, $u' u'_1 v'_1 \dots w'_1$) des obern vorstehenden Spindelstückes auf die obere windschiefe Schraubenfläche des Schraubengewindes findet man auf ähnliche Weise. Zuerst bestimmt man das Stück $u' u'_1$, welches von der geradlinigen Grenzisophote $u' u'$ der Spindel auf die windschiefe Schraubenfläche geworfen wird, indem man, wie vorhin, die Schnittlinie der durch dieselbe gelegten horizontal projizierten Ebene in der Schraubenfläche — mittelst der horizontalen Erzeugenden — sucht. Und hierauf bestimmt man ebenso das Stück ($u_1 v_1 w_1$, $u'_1 v'_1 w'_1$), welches der obere schattenwerfende Kreis ($r_1 v w_1$, $u' v' w'$) auf die windschiefe Schraubenfläche wirft.

223. Den Schlagschatten der ganzen Schraube (der Spindel samt Gewinde) auf die Projektions-

ebenen findet man endlich auf bekannte Weise, indem man durch einzelne Punkte der schattenwerfenden Linie ($A_0 a_1 a_2 a_3 a_5 a_6 a_7 \dots a'_0 a'_1 a'_2 a'_3 a'_4 a'_5 a'_6 a'_7 \dots$) Strahlen parallel zur Lichtrichtung (l, l') zieht und deren Spuren bestimmt. Man erhält auf diese Weise die Begrenzungslinie $A_0 A_1 A_2 A_3 A_4 A_5 A_6 A_7 A'_8 A_9 A_{10} A_{11} A'_{12} A'_{13} A'_{14} A'_{15} Z'_1 Z'_2 A'_7$ des Schlagschattens auf beide Projektionsebenen, von der jedoch nur die äußern Umrisse als wirklich vorhanden gezeichnet und zwar die sichtbaren Teile derselben ausgezogen und die unsichtbaren punktiert sind.

Wie im vorigen die flache Schraube der Beleuchtungs- und Schattenkonstruktion zu Grunde gelegt worden ist, so kann der Schüler nun auch versuchen, die Beleuchtung und Schattierung der scharfen Schraube nach den Erklärungen in § 156—160, Fig. 59 und 60, zu bestimmen.

224. Auf Blatt 30, Fig. 104, haben wir die flache Schraube mit den im vorigen erklärten Beleuchtungs- und Schattierungsaufgaben mit Tusche und Pinsel wirklich dargestellt. Dabei sind die Hilfslinien gänzlich weg-

gelassen worden, damit die Beleuchtung und Schattierung um so reiner und schöner hervortreten kann.

Auf gleiche Weise sind vom Schüler auch alle übrigen Schattenkonstruktionen zu behandeln, sei es, daß die getuschten Figuren auf demselben oder auf einem besondern Blatt, immerhin aber ohne alle Hilfslinien, dargestellt werden.

225. Als Musterblatt für das Tuschen haben wir in Fig. 105 auf Blatt 31 und 32 den jonischen (attischen) Säulenfuß in einem gegen die vorausgehenden Figuren bedeutend vergrößerten Maßstab bildlich dargestellt, um zugleich an einem Beispiel zu zeigen, was die im vorhergehenden theoretisch und praktisch erklärte Methode zu leisten im stande ist. Dabei sind die Beleuchtungs- und Schattenkonstruktionen nach den früher beim massiven und hohlen Cylinder (§ 60 und 130, Fig. 25 und 53) der hohlen Halbkugel (§ 95, Fig. 34), des Kreisrings (§ 137—142, Fig. 56) und der elliptischen Einziehung (§ 143—147, Fig. 57) gegebenen Erklärungen auszuführen, indem, wie man sieht, der Säulenfuß einzig aus solchen Körperformen zusammengesetzt ist.